

P24864

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : S. TAKEUCHI

Serial No. : Not Yet Assigned

Filed : Concurrently Herewith

For : OBJECTIVE LENS FOR OPTICAL DISCS


**CLAIM OF PRIORITY**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, Virginia 22313-1450

Sir:

Applicant hereby claims the right of priority granted pursuant to 35 U.S.C. 119 based upon Japanese Application No. 2003-061556 filed March 07, 2003. As required by 37 C.F.R. 1.55, a certified copy of the Japanese application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,  
S. TAKEUCHI

  
Bruce H. Bernstein  
Reg. No. 29,027

*Reg. No. 33,329*

March 3, 2004  
GREENBLUM & BERNSTEIN, P.L.C.  
1950 Roland Clarke Place  
Reston, VA 20191  
(703) 716-1191

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 3月 7日  
Date of Application:

出願番号 特願2003-061556  
Application Number:  
[ST. 10/C]: [JP 2003-061556]

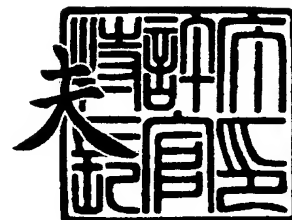
出願人 ペンタックス株式会社  
Applicant(s):



2004年 1月 9日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井 康



出証番号 出証特2003-3110022

【書類名】 特許願

【整理番号】 PX02P131

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G11B 7/135  
G02B 13/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号 ペンタックス株式会社社内

【氏名】 竹内 修一

【特許出願人】

【識別番号】 000000527

【住所又は居所】 東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号

【氏名又は名称】 ペンタックス株式会社

【代理人】

【識別番号】 100078880

【住所又は居所】 東京都多摩市鶴牧 1 丁目 2 4 番 1 号 新都市センタービル 5 F

【弁理士】

【氏名又は名称】 松岡 修平

【電話番号】 042-372-7761

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 023205

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0206877

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光ディスク用対物レンズ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも一面に設けられた輪帯状の回折構造を利用することにより、記録密度が異なる少なくとも二種類の光ディスクに対して互換性を有する光ディスク用対物レンズにおいて、

前記輪帯状の回折構造を有する面は、第一の光ディスクに対する情報記録再生時に使用する第一の波長の光束、および前記第一の光ディスクよりも記録密度が相対的に高い第二の光ディスクに対する情報記録再生時に使用する第二の波長の光束のどちらが入射しても、略無収差で各光ディスクの記録面上に収束させる内側領域と、

前記第二の波長の光束が入射した場合には、前記内側領域を透過した前記第二の波長の光束と略連続の波面を形成し、かつ略無収差の状態の前記第二の光ディスクの記録面上に収束させる外側領域と、を有し、

前記外側領域は、透過した前記第一の波長の光束の位相が前記内側領域を透過した前記第一の波長の光束の位相と実質的に逆相となるような第一の輪帯を有し、

前記第一の波長の光束のうち、前記内側領域の最周辺に入射した光線の前記対物レンズ透過後の収束角度を  $\theta$  (deg.)、前記第一の光ディスクに対する情報の記録再生に必要な開口数を  $NA_{ref}$  としたとき、以下の条件 (1)、

$$1.0 < \sin \theta / NA_{ref} < 1.1 \cdots (1)$$

を満たし、かつ第一の波長の光束の実効的な開口数が前記開口数  $NA_{ref}$  に略等しいことを特徴とする光ディスク用対物レンズ。

【請求項 2】 少なくとも一面に設けられた輪帯状の回折構造を利用することにより、記録密度が異なる少なくとも二種類の光ディスクに対して互換性を有する光ディスク用対物レンズにおいて、

前記輪帯状の回折構造を有する面は、第一の光ディスクに対する情報記録再生時に適した波長を有する第一の波長の光束、および前記第一の光ディスクよりも記録密度が相対的に高い第二の光ディスクに対する情報記録再生時に適した波長

を有する第二の波長の光束のどちらが入射しても、略無収差で各光ディスクの記録面上に収束させる内側領域と、

前記第二の波長の光束が入射した場合には、前記内側領域を透過した前記第二の波長の光束と略連続の波面を形成し、かつ略無収差の状態の前記第二の光ディスクの記録面上に収束させる外側領域と、を有し、

前記第一の波長の光束は該光ディスク用対物レンズに平行光束として入射するように構成されており、

前記外側領域は、透過した前記第一の波長の光束の位相が前記内側領域を透過した前記第一の波長の光束の位相と実質的に逆相となるような第一の輪帯を有し、

前記第一の波長に対する該光ディスク用対物レンズの焦点距離を  $f_1$ 、光軸から前記内側領域の最周辺までの高さを  $H$ 、前記第一の光ディスクに対する情報の記録再生に必要な開口数を  $NA_{ref}$  としたとき、以下の条件 (2)、

$$1.0 < H / (f_1 \cdot NA_{ref}) < 1.1 \cdots (2)$$

を満たし、かつ第一の波長の光束の実効的な開口数が前記開口数  $NA_{ref}$  に略等しいことを特徴とする光ディスク用対物レンズ。

【請求項 3】 請求項 1 または請求項 2 に記載の光ディスク用対物レンズにおいて、

前記実質的に逆相とは、前記第一の輪帯を透過した前記第一の波長の光束の位相と、前記内側領域を透過した第一の波長の光束の位相との位相差を  $\phi$  (deg.) とすると、該位相差  $\phi$  が以下の条件 (3)、または条件 (4)、

$$-180^\circ \leq \phi < -90^\circ \cdots (3)$$

$$+90^\circ < \phi \leq +180^\circ \cdots (4)$$

のいずれか一方を満たすことを特徴とする光ディスク用対物レンズ。

【請求項 4】 請求項 3 に記載の光ディスク用対物レンズにおいて、前記位相差  $\phi$  は、さらに以下の条件 (5)、または条件 (6)、

$$-180^\circ \leq \phi \leq -120^\circ \cdots (5)$$

$$+120^\circ \leq \phi \leq +180^\circ \cdots (6)$$

のいずれか一方を満たすことを特徴とする光ディスク用対物レンズ。

【請求項 5】 請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載の光ディスク用対物レンズにおいて、

開口数が  $NA_{ref}$  の値を採る対物レンズを使用した場合に得られるスポット径を  $W_{ref}$ 、前記光ディスク用対物レンズを透過した第一の波長の光束が前記第一の光ディスクの記録面上に形成するスポット径を  $W1$ 、とするとき、以下の条件 (7)、

$$0.99 < W1/W_{ref} < 1.01 \cdots (7)$$

を満たすことを特徴とする光ディスク用対物レンズ。

【請求項 6】 請求項 1 から請求項 5 のいずれかに記載の光ディスク用対物レンズにおいて、

少なくとも一つの前記第一の輪帯が、前記内側領域と前記外側領域の境界近傍にあることを特徴とする光ディスク用対物レンズ。

【請求項 7】 前記外側領域は、透過した前記第一の波長の光束の位相が前記内側領域を透過した前記第一の波長の光束の位相と実質的に同相となるような第二の輪帯を該外側領域の外周近傍に有することを特徴とする請求項 1 から請求項 6 のいずれかに記載の光ディスク用対物レンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、記録密度や保護層の厚みが異なる複数種類の光ディスクに対するデータの記録・再生を行う光ディスク装置に用いられる対物レンズに関する。

【0002】

【従来の技術】

光ディスクには、記録密度や保護層の厚みが異なる複数の規格が存在する。例えば、CD（コンパクトディスク）よりもDVD（デジタルバーサタイルディスク）の記録密度は高く、保護層が薄い。そこで、規格が異なる光ディスクの切り替え時には、保護層の厚みによって変化してしまう球面収差を補正しつつ、情報の記録再生に使用する光の開口数（NA）を変化させて記録密度の違いに対応した有効光束径が得られるようにする必要がある。

## 【0003】

例えば、保護層厚が比較的薄く記録密度が高い光ディスクの記録／再生には、保護層厚が比較的厚く記録密度が低い光ディスク専用の光学系より高NAにしてビームスポットを絞る必要がある。スポット径は波長が短いほど小さくなるため、DVDを利用する光学系では、CD専用の光学系で用いられていた780～830nmより短い635～665nmの発振波長のレーザー光源を用いる。そのため近年、光情報記録再生装置には、波長の異なるレーザー光を発振可能な光源部を有する光ディスク用光学系が使用されている。

## 【0004】

保護層の厚みが異なる複数種類の光ディスクに対して、それぞれ良好な状態で各光ディスクの記録面位置にレーザー光を収束させる手段の一つとして、対物レンズの一面に輪帯状の微細な段差を有する回折構造を設けた対物レンズを光ディスク用光学系に搭載する技術が実用化されている。上記のような対物レンズは、該回折構造によって発生する球面収差が入射光束の波長に依存して変化する特徴を利用して、規格の異なる光ディスクを使用した場合であっても、常に記録面上にレーザー光が良好な状態で収束するようにしている。

## 【0005】

該対物レンズの回折構造が設けられた面は、詳しくは光軸近傍に位置する内側領域と、該内側領域の外側にある外側領域とに分けられる。内側領域は、CDに対する情報記録再生用の光が該CDの記録面において良好に結像し、かつDVDに対する情報の記録再生用の光が該DVDの記録面において良好に結像するような回折構造を備えている。外側領域は、CDに対する情報記録再生用の光が該CDの記録面において良好に結像しスポットが過度に絞られるのを防ぎつつ、DVDに対する情報の記録再生用の光が該DVDの記録面において良好に結像するような回折構造を備えている。

## 【0006】

上記のような構造により、CDに対する情報記録再生用の光のうち、外側領域を透過した光束は、大きな球面収差が発生するため記録面上では拡散してしまい、内側領域を透過した光束のみが記録面上で結像し、比較的大径のスポットを形

成する。また、DVDに対する情報記録再生用の光は、外側領域を透過する光束も収束するためNAが大きくなり、記録密度の高いDVDに対する情報の記録・再生に適した小径のスポットを形成する。

【0007】

このようなDVD/CD互換対物レンズおよび該対物レンズを搭載した光情報記録再生装置は、例えば以下の特許文献1、2に開示される。

【0008】

【特許文献1】

特開2001-216674号公報

【特許文献2】

特開2001-249273号公報

【0009】

ここで、CD-RやCD-RWのように書き込み可能な光ディスクは、情報記録時において、情報再生時よりも強度の高いスポットを記録面に形成するほうが好ましい。複数規格の光ディスクに互換性を有しない通常の対物レンズであれば、該レンズを透過した全ての光を用いて強度の高いスポットを形成することができる。しかし、従来のDVD/CD互換対物レンズでは、上記のように内側領域のみしかCDに対する情報記録再生用の光の集光に寄与しない。つまり、従来のDVD/CD互換対物レンズを使用した場合、上記通常の対物レンズを使用した場合に比べ、形成されるスポットの光強度はどうしても低くなる。

【0010】

DVD/CD互換対物レンズにおいて、スポットの光強度を高くするためには、CDに対する情報記録再生用の光の透過する有効径を広げる、つまり内側領域の面積を大きくすることが考えられる。しかし、内側領域の面積を大きくすると、CDの記録面に形成されるスポットが収束し過ぎてしまい、CDに対する情報記録に好適なスポット径が得られないという問題点や、ディスクの傾きなどによる予期しない収差の発生が大きくなってしまい読み取り誤差の許容範囲を狭めてしまうという問題点があった。

【0011】



## 【発明が解決しようとする課題】

そこで本発明は上記の事情に鑑み、保護層厚の異なる複数種類の光ディスクに対する情報の記録再生を実現する光ディスク用対物レンズであって、特に保護層の比較的厚い情報記録可能な光ディスクに対する情報の記録再生にも好適な光ディスク用対物レンズを提供することを目的とする。

## 【0012】

## 【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、本発明の光ディスク用対物レンズは、少なくとも一面に設けられた輪帯状の回折構造を利用することにより、記録密度が異なる少なくとも二種類の光ディスクに対して互換性を有する光ディスク用対物レンズにおいて、該輪帯状の回折構造を有するは、第一の光ディスクに対する情報記録再生時に使用する第一の波長の光束、および第一の光ディスクよりも記録密度が相対的に高い第二の光ディスクに対する情報記録再生時に使用する第二の波長の光束のどちらが入射しても、略無収差で各光ディスクの記録面上に収束させる内側領域と、第二の波長の光束が入射した場合には、内側領域を透過した第二の波長の光束と略連続する波面を形成し、かつ略無収差の状態で第二の光ディスクの記録面上に収束させる外側領域と、を有している。そして、外側領域は、透過した第一の波長の光束の位相が内側領域を透過した第一の波長の光束の位相と実質的に逆相となる第一の輪帯を有し、第一の波長の光束のうち、内側領域の最周辺に入射した光線の対物レンズ透過後の収束角度を  $\theta$  (deg.)、第一の光ディスクに対する情報の記録再生に必要な開口数を  $NA_{ref}$  としたとき、以下の条件 (1)、

$$1.0 < \sin \theta / NA_{ref} < 1.1 \cdots (1)$$

を満たし、かつ第一光束の実効的な開口数が開口数  $NA_{ref}$  に略等しいことを特徴とする。

## 【0013】

ここで、第一の光ディスクとは例えばCDやCD-Rが該当する。また、第二の光ディスクとは例えばDVDが該当する。このように、複数種類の光ディスクに対する互換性を持たせるために必要な内側領域の面積を可能な限り大きく構成

することにより、記録密度が相対的に疎でかつ保護層が厚い第一の光ディスクに対して情報の記録を行う際に必要な高い強度のスポットを得ることができる。しかも、外側領域に上記の第一の輪帯を設けることによって、内側領域の面積を大きくしたことによりスポット径が小さくなり過ぎるのを有効に防ぐことができる。つまり、請求項 1 に記載の発明によれば、第一の光ディスクに対する情報の記録時に好適な径でかつ強度の高いスポットを得ることができる。

#### 【0014】

なお別の観点から、請求項 2 に記載の光ディスク用対物レンズは、少なくとも一面に設けられた輪帯状の回折構造を利用することにより、記録密度が異なる少なくとも二種類の光ディスクに対して互換性を有する光ディスク用対物レンズにおいて、該輪帯状の回折構造を有する面は、第一の光ディスクに対する情報記録再生時に適した波長を有する第一の波長の光束、および第一の光ディスクよりも記録密度が相対的に高い第二の光ディスクに対する情報記録再生時に適した波長を有する第二の波長の光束のどちらが入射しても、略無収差で各光ディスクの記録面上に収束させる内側領域と、第二の波長の光束が入射した場合には、内側領域を透過した第二の波長の光束と略連続する波面を形成し、かつ略無収差の状態第二の光ディスクの記録面上に収束させる外側領域と、を有する。そして、前記第一の波長の光束は該光ディスク用対物レンズに平行光束として入射するように構成されており、外側領域は、透過した第一の波長の光束の位相が内側領域を透過した第一の波長の光束の位相と実質的に逆相となる第一の輪帯を有し、第一の波長に対する該光ディスク用対物レンズの焦点距離を  $f_1$ 、光軸から内側領域の最周辺までの高さを  $H$ 、第一の光ディスクに対する情報の記録再生に必要な開口数を  $NA_{ref}$  としたとき、以下の条件 (2)、

$$1.0 < H / (f_1 \cdot NA_{ref}) < 1.1 \cdots (2)$$

を満たすことを特徴とする。

#### 【0015】

なお、条件 (1) および (2) において、下限以下になると、ディスクの記録面上で形成されるスポットの光量が落ちて高速度の記録や高精度での光ピックアップができなくなるおそれがあるため好ましくない。また、上限以上になると、

内側領域が大きくなりすぎてしまい、第二の光ディスクに対する波長特性等が悪化してしまい好ましくない。

#### 【0016】

上記の実質的に逆相とは、前記所定の輪帯を透過した前記第一の波長の光束の位相と、前記内側領域を透過した第一の波長の光束の位相との位相差を  $\phi$  (deg.) とすると、該位相差  $\phi$  が以下の条件 (3)、または条件 (4)、

$$-180^\circ \leq \phi < -90^\circ \quad \dots (3)$$

$$+90^\circ < \phi \leq +180^\circ \quad \dots (4)$$

のいずれか一方を満たすことをいう (請求項 3)。厳密には、位相差  $\phi$  が  $\pm 180^\circ$  のときに二つの位相が逆相 (逆位相) であるという。しかし、位相差  $\phi$  が条件 (3) か (4) のいずれか一方を満たしていれば、光ディスク用対物レンズの外側領域を透過した第一の波長の光束の作用によりスポット径を肥大化する効果が得られるため、実質的に逆相といえることができる。なお位相差  $\phi$  が、条件 (8)

$$-90^\circ < \phi < +90^\circ \quad \dots (8)$$

の範囲の値を採る状態は、スポットの中心強度が上がり、第一の光ディスク記録面上に形成されるスポットがより一層収束する傾向にある。該状態を位相が実質的に同相である (揃っている) という。

#### 【0017】

さらに請求項 4 に記載の発明によれば、さらに以下の条件 (5)、または条件 (6)、

$$-180^\circ \leq \phi < -120^\circ \quad \dots (5)$$

$$+120^\circ < \phi \leq +180^\circ \quad \dots (6)$$

のいずれか一方を満たすときに、実質的に逆相であると規定することが望ましい。

#### 【0018】

より具体的には、請求項 5 に記載の発明によれば、開口数が  $NA_{ref}$  の値を採る対物レンズを想定し、該対物レンズを使用した場合に得られるスポット径を  $W_{ref}$ 、光ディスク用対物レンズを透過した第一の波長の光束が第一の光ディ

スクの記録面上に形成するスポット径を $W1$ 、とすると、以下の条件(7)、

$$0.99 < W1/W_{ref} < 1.01 \cdots (7)$$

を満たすことが望ましい。条件(7)を満たすと、第一の波長の光束の実効的な開口数が開口数 $NA_{ref}$ に略等しいと言える。

#### 【0019】

また、請求項6に記載の光ディスク用対物レンズは、少なくとも一つの第一の輪帯が、内側領域と外側領域の境界近傍にあることを特徴とする。請求項6に記載の位置に第一の輪帯を設けることにより、スポット中心の周囲に発生するサイドローブの強度が上昇するのを抑制する効果が得られる。

#### 【0020】

また、請求項7に記載の発明によれば、該外側領域は、透過した第一の波長の光束の位相が内側領域を透過した第一の波長の光束の位相と実質的に同相となるような第二の輪帯を該外側領域の外周近傍に有することが望ましい。これにより、スポット径を小さくしすぎずに、サイドローブの強度を低減することができる。

#### 【0021】

##### 【発明の実施の形態】

以下、この発明に係る光ディスク用対物レンズの実施形態を説明する。図1は、実施形態に係る光ディスク用対物レンズ10と第一の光ディスク20A(20B)を表す図である。光ディスク用対物レンズ10は、保護層の厚みや記録密度が異なる複数種類の光ディスクに対して互換性を有する光情報記録再生装置に搭載される。

#### 【0022】

光ディスク20A(20B)は、図示しないターンテーブル上に載置され回転駆動される。なお本明細書では、保護層が厚く記録密度が低い光ディスク(例えばCDやCD-R等)を第一の光ディスク20Aと記す。また、保護層が薄く記録密度が高い光ディスク(例えばDVD)を第二の光ディスク20Bと記す。

#### 【0023】

第一の光ディスク20Aに対して情報の記録・再生を行う際には、比較的大き

な径のビームスポットを形成するために波長の長いレーザー光（以下、第一のレーザー光という）が光源（不図示）から照射される。また、記録密度の高い第二の光ディスク 20B に対して記録・再生を行う際には、記録面上において小径のスポットを形成するために、第一のレーザー光よりも波長の短いレーザー光（以下、第二のレーザー光という）が光源から照射される。

#### 【0024】

上記光源から照射され、コリメートレンズ（不図示）を介して平行光に変換されたレーザー光は、対物レンズ 10 により光ディスク 20A（20B）の記録面近傍に収束される。対物レンズ 10 は、光源側から順に第一面 10a と第二面 10b を有する。対物レンズ 10 は、図 1 に示すように両面 10a、10b とともに非球面である両凸のプラスチック製単レンズである。

#### 【0025】

上述した通り、第一の光ディスク 20A と第二の光ディスク 20B では、保護層の厚さが異なる。このため、使用されるディスクによって球面収差が変化する。そこで、本実施形態においては、対物レンズ 10 の少なくとも一方の面（面 10a）に光軸を中心とした複数の微細な段差を有する輪帯状の回折構造を設ける。

#### 【0026】

図 2 は、対物レンズ 10 の光軸 AX を含む面での断面形状の第一面 10a 近傍の拡大図である。対物レンズ 10 における第一面 10a は、以下のように形成される。第一面 10a は、光軸の周囲に位置する内側領域 11 と、内側領域 11 の周囲に位置する外側領域 12 とを有する。上記のとおり、内側領域 11 および外側領域 12 は、複数の微細な輪帯状の段差を有している。そして、各輪帯状の段差は、面 10a の内側から外側に向かって、換言すれば光軸 AX から離れるにつれて、レンズの厚みが増すように形成される。

#### 【0027】

図 2 に模式的に示すように、面 10a の内側領域 11 に形成された回折構造は、第一のレーザー光が第一の光ディスク 20A の記録面において略無収差で良好に結像し、かつ第二のレーザー光が第二の光ディスク 20B の記録面において略

無収差で良好に結像するような回折構造を備えている。

#### 【0028】

ここで、内側領域 11 の大きさは、以下の条件 (1) を満たすように構成される。

$$1.0 < \sin \theta / \text{NA}_{\text{ref}} < 1.1 \cdots (1)$$

但し、 $\theta$  (deg.) は、第一のレーザー光の光線のうち、内側領域 11 の最周辺 13 に入射した光線が対物レンズ 10 透過後に光軸となす角度 (本明細書では、便宜上、収束角度という) を、

$\text{NA}_{\text{ref}}$  は、第一の光ディスク 20A に対する情報の記録再生に必要な開口数 (本明細書では、便宜上、設計開口数という) を、それぞれ表す。

#### 【0029】

従来の光ディスク用対物レンズは、内側領域を透過した光束が第一の光ディスク 20A の設計開口数となるように構成されていた。これに対し、条件 (1) を満たすように構成される本実施形態の対物レンズ 10 の内側領域 11 は、設計開口数に対応する面積よりも大きく構成される。つまり、該内側領域 11 を透過した光束は第一の光ディスク 20A の設計開口数よりも若干大きい状態にある。このように構成することにより、第一の光ディスク 20A の記録面上に形成されるスポットの強度を、該ディスク 20A に対する情報記録に相応しいレベルまで高くすることができる。

#### 【0030】

なお、上述したように、対物レンズ 10 に入射する各レーザー光は、平行光束になっている。そこで、第一のレーザー光の波長に対する対物レンズ 10 の焦点距離を  $f_1$ 、光軸 AX から内側領域 11 の最周辺 13 までの高さを  $H$  とすると、上記条件 (1) は、下記の条件 (2) のように書き換えられる。

$$1.0 < H / (f_1 \cdot \text{NA}_{\text{ref}}) < 1.1 \cdots (2)$$

#### 【0031】

また図 2 に示すように、外側領域 12 に形成された回折構造は、複数の輪帯状の段差部 (輪帯段差) によって形成される複数の輪帯 ( $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_3$ 、…) を有する。すなわち、外側領域 12 は、個別の非球面係数によって規定される複

数の面  $C_1 \sim C_n$  ( $n$  は自然数) の集合である。該回折構造は、第二のレーザー光が第二の光ディスク 20B の記録面において良好に結像するような回折構造を備えている。具体的には、外側領域 12 は、該領域 12 を透過した第二のレーザー光の波面が、内側領域 11 を透過した第二のレーザー光の波面と略連続するように構成される。これにより、内側領域 11 および外側領域 12 を透過する第二のレーザー光は、高 NA となって、第二の光ディスク 20B の記録面上において小径のスポットを形成する。

#### 【0032】

また、外側領域 12 に形成された回折構造は、各輪帯  $C_1 \sim C_n$  のうち少なくとも一つの輪帯を透過した第一のレーザー光の位相が内側領域 11 を透過した第一のレーザー光の位相と実質的に逆相であるように構成される。なお、以下の本文では、このような輪帯を特殊輪帯 (第一輪帯) という。特殊輪帯を透過した第一のレーザー光は、スポットを肥大化させる作用を有する。なお、特殊輪帯以外の輪帯は、第一のレーザー光が透過するとほとんど何も作用しないか、あるいはスポットを小径化する作用を持つ。該輪帯が、内側領域を透過した第一の波長の光束の位相と実質的に同相の輪帯 (第二輪帯) である場合は、透過した第一のレーザー光は、スポットを小径化する作用を持つ。

#### 【0033】

実質的に逆相であるとは、上記の二つの位相の差  $\phi$  (deg.) が以下の条件 (3) または条件 (4) のいずれか一方を満たすことをいう。つまり、外側領域 12 に形成される複数の輪帯のうち、該位相差  $\phi$  が以下の条件 (3) もしくは条件 (4) を満たすような輪帯は、特殊輪帯となる。また、条件 (8) を満たす場合、上記二つの位相は実質的に同相となる。

$$-180^\circ \leq \phi < -90^\circ \quad \dots (3)$$

$$+90^\circ < \phi \leq +180^\circ \quad \dots (4)$$

$$-90^\circ < \phi < +90^\circ \quad \dots (8)$$

#### 【0034】

ある輪帯の、結像点に対する位相分布から求められる輪帯全体の位相ベクトルの強さを  $A$  (但し、 $A \geq 0$ )、該位相ベクトルの角度、つまり位相差を  $\phi$  とする

と、該輪帯の結像に対する寄与は  $A \cdot \cos \phi$  で表すことができる。従って、位相差  $\phi$  が条件 (3) もしくは条件 (4) を満たすことにより、 $A \cdot \cos \phi$  は負の値を採る。この場合、該輪帯を透過した光束の寄与によりスポットの径が大きくなるような作用が発生する。該作用は、位相差  $\phi$  がさらに条件 (5) もしくは条件 (6) のいずれか一方を満たすことにより、より一層顕著に表れる。

$$-180^\circ \leq \phi \leq -120^\circ \quad \dots (5)$$

$$+120^\circ < \phi \leq +180^\circ \quad \dots (6)$$

#### 【0035】

上記構成の回折構造を有する対物レンズ 10 は、内側領域 11 を可能な限り広くしたことにより、第一の光ディスク 20A の記録面に形成されるスポットの強度を高くすることができる。加えて、外側領域 12 にある輪帯の少なくとも一つを、上記特殊輪帯とすることにより、該スポットの径が絞られすぎるのを抑制することもできる。つまり、対物レンズ 10 を使用することにより、第一の光ディスク 10 に対する情報の記録再生時における実効的な NA が設計開口数  $NA_{ref}$  に略一致する。

#### 【0036】

上記の実効的な NA は、第一の光ディスク 20A の記録面上に形成されるスポットの径によって評価することが可能である。具体的には、第一の光ディスク 20A に対する情報記録再生時における実効的な NA が設計開口数  $NA_{ref}$  に略一致するという事は、以下の条件 (7) を満たすことを意味する。

$$0.99 < W1/W_{ref} < 1.01 \quad \dots (7)$$

但し、 $W_{ref}$  は、開口数が  $NA_{ref}$  の値を採る対物レンズを想定し、該対物レンズを使用した場合に得られるスポット径を、

$W1$  は、対物レンズ 10 を透過した第一のレーザー光が第一の光ディスク 20A の記録面上に形成するスポット径を、それぞれ表す。

#### 【0037】

なお、第一の光ディスク 20A の記録面に形成されるスポットの周囲に表れるサイドローブは、情報の記録再生時における S/N 比の低下を招く一因となる。そのため、対物レンズ 10 は、上記特殊輪帯のうち少なくとも一つを、内側領域



11と外側領域12の境界近傍に設けることにより、該サイドローブの強度が上昇するのを抑制している。

#### 【0038】

さらに、実施形態の対物レンズ10は、外側領域12の最周辺、つまりレンズ外周に最も近い領域にある輪帯を第二輪帯としている。このような位置に第二輪帯を配置することにより、スポット径を小さくしすぎずに、サイドローブの強度を低減している。

#### 【0039】

次に上述した実施形態に基づく具体的な実施例を2例提示する。いずれの実施例も保護層の厚みが1.2mmの書き込み可能な第一の光ディスク20Aと、保護層の厚みが0.6mmの第二の光ディスク20Bとの互換性を有する光ディスク用対物レンズ10に関するものである。

#### 【0040】

##### 【実施例1】

図1は、実施例1の対物レンズ10を表す概略図である。なお、実施例2の対物レンズも図1に示す対物レンズ10と略同一である。実施例1の対物レンズ10の具体的な数値構成は、表1に示されている。

#### 【0041】

【表1】

光ディスク	20A	20B
設計波長	785nm	655nm
中心肉厚	1.40mm	
焦点距離	2.42mm	2.40mm
設計開口数	0.51	0.65

#### 【0042】

表1中、設計波長とは、第一の光ディスク20Aおよび第二の光ディスク20Bを記録・再生する際に最も適した波長のことである。なお、表1に示す具体的な数値構成は、他の実施例2においても同様である。また、内側領域11の範囲および外側領域12に形成される各輪帯の範囲を光軸AXからの高さ $h_{min} \sim h$

maxで表したのが表2である。

【0043】

【表2】

		$h_{\min} \leq h < h_{\max}$
内側領域11		$0.000 \leq h < 1.314$
外側領域 12	輪帯C1	$1.314 \leq h < 1.365$
	輪帯C2	$1.365 \leq h < 1.430$
	輪帯C3	$1.430 \leq h < 1.443$
	輪帯C4	$1.443 \leq h < 1.453$
	輪帯C5	$1.453 \leq h < 1.467$
	輪帯C6	$1.467 \leq h < 1.520$
	輪帯C7	$1.520 \leq h < 1.560$

【0044】

表2に示すように、実施例1の対物レンズ10の外側領域12は、7個の輪帯C1～C7を備える。なお表2において、内側領域11のhmaxに該当する値が光軸AXから最周辺13までの高さHとなる。

【0045】

また、対物レンズ10の第一面10aおよび第二面10bは非球面である。その形状は光軸からの高さがhとなる非球面上の座標点の非球面の光軸上での接平面からの距離（サグ量）をX(h)、非球面の光軸上での曲率（1/r）をC、円錐係数をK、4次、6次、8次、10次、12次の非球面係数をA<sub>4</sub>、A<sub>6</sub>、A<sub>8</sub>、A<sub>10</sub>、A<sub>12</sub>として、以下の式で表される。

【数1】

$$X(h) = \frac{Ch^2}{1 + \sqrt{1 - (K+1)C^2h^2}} + A_4h^4 + A_6h^6 + A_8h^8 + A_{10}h^{10} + A_{12}h^{12}$$

【0046】

第一面10aの非球面形状を規定する円錐係数と非球面係数は、表3に示される。また、第二面10bの非球面形状を規定する円錐係数と非球面係数は、表4に示される。

【0047】

【表 3】

第一面	r	$\kappa$	d_shift		
内側領域11	1.49000	-0.5000	0.00000		
C1	1.50330	-0.5000	-0.01938		
C2	1.50458	-0.5000	-0.02302		
C3	1.50543	-0.5000	-0.02544		
C4	1.50585	-0.5000	-0.02665		
C5	1.50628	-0.5000	-0.02787		
C6	1.50713	-0.5000	-0.03029		
C7	1.50840	-0.5000	-0.03392		
	A4	A6	A8	A10	A12
内側領域11	-1.01720E-02	-1.89400E-03	-3.93700E-04	2.49600E-04	-1.73400E-04
C1	-2.80877E-03	1.41385E-03	-1.65647E-03	1.04539E-03	-3.13045E-04
C2	-2.79652E-03	1.40687E-03	-1.64646E-03	1.03805E-03	-3.10353E-04
C3	-2.78835E-03	1.40222E-03	-1.63979E-03	1.03316E-03	-3.08558E-04
C4	-2.78426E-03	1.39989E-03	-1.63645E-03	1.03071E-03	-3.07661E-04
C5	-2.78018E-03	1.39757E-03	-1.63312E-03	1.02826E-03	-3.06763E-04
C6	-2.77201E-03	1.39292E-03	-1.62644E-03	1.02337E-03	-3.04968E-04
C7	-2.75976E-03	1.38594E-03	-1.61643E-03	1.01603E-03	-3.02276E-04

【表 4】

	第二面
r	-6.55000
$\kappa$	0.0000
A4	2.01600E-02
A6	4.02700E-03
A8	-6.69000E-03
A10	2.13800E-03
A12	-2.50000E-04

【0048】

表3に示すように、実施例1の対物レンズ10は、輪帯段差によって輪帯C1から輪帯C7までの7つの非球面を有する。表3中、d\_shiftは、面頂点のシフト量である。面頂点のシフト量とは、図2中、破線で示すように各面を延長して光軸AXと交わる点をそれぞれP1、P2、P3、…とし、これら各点と実際の第一面10aが光軸AXと交わる点P0との距離を意味する。なお、表3における表記Eは、10を基数、Eの右の数字を指数とする累乗を表している。以下に示す各表においても同様である。

【0049】

さらに、対物レンズ10の第一面10aに形成された回折構造は、以下の光路差関数 $\phi(h)$ により表される。

## 【数 2】

$$\phi(h) = (P_2 h^2 + P_4 h^4 + P_6 h^6 + \dots) \times m \times \lambda$$

## 【0050】

光路差関数  $\phi(h)$  は、回折面（第一面 10a）上での光軸からの高さ  $h$  の点において、回折構造により回折されなかった場合の仮想の光線と、回折構造により回折された光線との光路長差を示す。 $P_2$ 、 $P_4$ 、 $P_6$ 、…はそれぞれ 2 次、4 次、6 次、…の係数である。該回折構造を規定する光路差関数係数  $P_2$ 、…は、表 5 に示される。 $m$  は利用する回折光の次数を表し、本実施例では  $m=1$  としている。

## 【0051】

【表 5】

P2	1.2000
P4	-6.2380
P6	-1.2000
P8	0.0000
P10	0.0000
P12	0.0000

## 【0052】

各輪帯 C1～C7 における、位相ベクトルの向きと強さを表 6 に示す。

## 【0053】

【表 6】

	位相ベクトル	
	向き	強さ
C1	160	0.63
C2	170	0.53
C3	-147	0.73
C4	-171	0.61
C5	158	0.81
C6	-178	0.69
C7	-51	0.19

## 【0054】

表 6 に示すように、実施例 1 の対物レンズ 10 では、輪帯 C1～C6 が条件（

5)、(6)のいずれか一方を満たす特殊輪帯である。つまり輪帯C1～C6は、条件(3)、(4)のいずれか一方も当然満足する。従って、実施例1の対物レンズ10は、該特殊輪帯の作用によって、内側領域11を広げたことによるスポットの大型化を抑制することができる。なお、外側領域12の最周辺にある輪帯C7は、第二輪帯である。該第二輪帯C7により、スポット径を小さくしすぎることなく、サイドローブの強度を低減することができる。

#### 【0055】

また、該特殊輪帯のうち、輪帯C1は内側領域11の最周辺近傍に位置する。よって、実施例1の対物レンズ10を使用すれば、サイドローブの強度の上昇を抑制する効果も得られる。図3は、実施例1の対物レンズ10を使用して第一のレーザー光を第一の光ディスク20Aの記録面に集光させることにより得られるスポットの強度を表すグラフである。図3において、横軸がスポット中心からの距離(mm)を、縦軸が該スポットの中心の強度を100としたときの相対強度(%)を表す。また、実施例1および後述する実施例2の対物レンズと従来の対物レンズとの比較した結果を表7に示す。図3および表7に示すように、内側領域11を広く設計したことによりスポット全体の強度は上がっているものの、スポット径は小さくなりすぎておらず、かつスポット中心に最も近いサイドローブ(スポット中心から約 $\pm 0.001 \sim \pm 0.002$  mm)の相対強度は、略5%以下に抑えられている。つまり、実施例1の対物レンズ10を使用すれば、情報記録再生時にS/N比低下の原因となるサイドローブの強度は有効に抑えつつ、書き込み可能な第一の光ディスク20Aに相応しい比較的高い強度かつ適切な径のビームスポットを確保することができる。

#### 【0056】

【表7】

	実施例1	実施例2	従来例1	
$\sin \theta / NA_{ref}$	1.081	1.091	-	条件(1)
$H / (f1 \cdot NA_{ref})$	1.065	1.074	-	条件(2)
スポット径( $1/e^2$ )	0.994	0.994	1.000	条件(7)
中心強度	1.060	1.063	1.000	
スポット強度	1.056	1.058	1.000	

#### 【0057】

## 【実施例 2】

実施例 2 の対物レンズ 10 の具体的数値構成、第二面 10 b の非球面形状を規定する各関数、および光路差関数係数は、実施例 1 と略同一であるため、ここでの説明は省略する。内側領域 11 の範囲および外側領域 12 に形成される各輪帯の範囲を光軸 A X からの高さ  $h_{min} \sim h_{max}$  で表したのが表 8 である。

【0058】

【表 8】

		$h_{min} \leq h < h_{max}$
内側領域 11		$0.000 \leq h < 1.326$
外側領域 12	輪帯 C1	$1.326 \leq h < 1.350$
	輪帯 C2	$1.350 \leq h < 1.417$
	輪帯 C3	$1.417 \leq h < 1.435$
	輪帯 C4	$1.435 \leq h < 1.446$
	輪帯 C5	$1.446 \leq h < 1.456$
	輪帯 C6	$1.456 \leq h < 1.470$
	輪帯 C7	$1.470 \leq h < 1.520$
	輪帯 C8	$1.520 \leq h \leq 1.560$

【0059】

表 8 に示すように、実施例 2 の対物レンズ 10 の外側領域 12 は、8 個の輪帯 C1 ~ C8 を備える。なお表 8 において、内側領域 11 の  $h_{max}$  に該当する値が光軸 A X から最周辺 13 までの高さである。実施例 2 の対物レンズ 10 の第一面 10 a の非球面形状を規定する円錐係数と非球面係数は表 9 に示される。

【0060】

【表 9】

第一面	r	K	d_shift
内側領域11	1.49000	-0.5000	0.00000
C1	1.50330	-0.5000	-0.01938
C2	1.50415	-0.5000	-0.02181
C3	1.50500	-0.5000	-0.02423
C4	1.50543	-0.5000	-0.02544
C5	1.50585	-0.5000	-0.02665
C6	1.50628	-0.5000	-0.02787
C7	1.50713	-0.5000	-0.03029
C8	1.50840	-0.5000	-0.03392

	A4	A6	A8	A10	A12
内側領域11	-1.01720E-02	-1.89400E-03	-3.93700E-04	2.49600E-04	-1.73400E-04
C1	-2.80877E-03	1.41385E-03	-1.65647E-03	1.04539E-03	-3.13045E-04
C2	-2.80060E-03	1.40920E-03	-1.64980E-03	1.04050E-03	-3.11250E-04
C3	-2.79243E-03	1.40455E-03	-1.64313E-03	1.03561E-03	-3.09455E-04
C4	-2.78835E-03	1.40222E-03	-1.63979E-03	1.03316E-03	-3.08558E-04
C5	-2.78426E-03	1.39989E-03	-1.63645E-03	1.03071E-03	-3.07661E-04
C6	-2.78018E-03	1.39757E-03	-1.63312E-03	1.02826E-03	-3.06763E-04
C7	-2.77201E-03	1.39292E-03	-1.62644E-03	1.02337E-03	-3.04968E-04
C8	-2.75976E-03	1.38594E-03	-1.61643E-03	1.01603E-03	-3.02276E-04

## 【0061】

実施例2の対物レンズ10の各輪帯C1～C8における、位相ベクトルの向きと強さを表10に示す。

## 【0062】

【表10】

	位相ベクトル	
	向き	強さ
C1	172	0.91
C2	-162	0.50
C3	-133	0.89
C4	-176	0.65
C5	166	0.61
C6	135	0.81
C7	170	0.53
C8	-51	0.19

## 【0063】

表10に示すように、実施例2の対物レンズ10では、輪帯C1～C7が条件(5)、(6)のいずれか一方を満たす特殊輪帯である。つまり輪帯C1～C7は、条件(3)、(4)のいずれか一方も当然に満たす。従って、実施例1の対物レンズ10は、該特殊輪帯の作用によって、内側領域11を広げたことによるスポットの大型化を抑制することができる。なお、外側領域12の最周辺にある

輪帯 C 8 は、第二輪帯である。該第二輪帯 C 8 により、スポット径を小さくしすぎることなく、サイドローブの強度を低減することができる。

#### 【0064】

また、各特殊輪帯のうち、輪帯 C 1 は内側領域 11 の最周辺近傍に位置する。よって、実施例 2 の対物レンズ 10 も実施例 1 の対物レンズと同様に、サイドローブの強度の上昇を抑制する効果も得られる。図 4 は、実施例 2 の対物レンズ 10 を使用して第一のレーザー光を第一の光ディスク 20 A の記録面に集光させることにより得られるスポットの強度を表すグラフである。図 4 において、横軸がスポット中心からの距離 (mm) を、縦軸が該スポットの中心の強度を 100 としたときの相対強度 (%) を表す。図 4 に示すように、実施例 2 の対物レンズ 10 も上記の実施例 1 と同様、サイドローブの強度の上昇を抑制するという効果が得られる。

#### 【0065】

なお、既に示した表 7 からわかるように、実施例 1 および実施例 2 の対物レンズ 10 は、条件 (1) と条件 (2) をともに満たす。つまり各実施例の対物レンズ 10 は、内側領域 11 の最周辺 13 を C D の設計開口数に対応する位置よりもレンズ外周側に設ける。換言すれば第一の光ディスク 20 A と第二の光ディスク 20 B に対して互換性を持たせるための内側領域 11 の面積が大きく構成されている。該構成により、より強度の高いスポットが第一の光ディスク 20 A の記録面で形成される。表 10 から、従来例 1 の対物レンズによって得られるスポットの強度および中心強度よりも、本発明に係る各実施例の対物レンズ 10 によって得られるスポットの強度のほうが強いことがわかる。

#### 【0066】

スポットの強度を高める一方で該スポットが絞られすぎる現象を、各実施例中において既述した特殊輪帯の作用によって抑制することにより、各実施例の対物レンズ 10 を透過した光束によって形成されるスポットは、条件 (7) を満たす。つまり、従来例 1 の対物レンズと略同等の径のスポットを第一の光ディスクの記録面上に形成することができる。

#### 【0067】



以上が本発明の実施例である。なお、上記の各実施例はあくまでも本発明に係る対物レンズの一例である。つまり本発明に係る対物レンズは、各実施例の具体的数値構成に限定されるものではない。例えば回折構造を設ける面は、第一面 10a ではなく、第二面 10b であってもよい。また、第一面と第二面の両方に回折構造を設けても良い。

#### 【0068】

さらには、表 1 の設計開口数も例示である。つまり本発明に係る対物レンズは、書き込み可能な第一の光ディスク 20A に必要な比較的高い NA (0.50 以上) を該ディスク 20A に対する設計開口数とすることができる。同様に、本発明に係る対物レンズは、第二の光ディスク 20B に必要な高い NA (0.62 以上) を該ディスク 20B に対する設計開口数とすることができる。

#### 【0069】

##### 【発明の効果】

以上のように、本発明によれば、強度が高く、かつ保護層の比較的厚い情報記録可能な光ディスクに対する情報の記録再生に好適な比較的小径のスポットを形成可能な NA の光束を生成する光ディスク用対物レンズを提供することができる。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

本発明の実施形態の光ディスク用対物レンズを表す図である。

##### 【図 2】

本発明の実施形態の光ディスク用対物レンズの光軸を含む面での断面形状の第一面近傍の拡大図である。

##### 【図 3】

実施例 1 の対物レンズを透過した第一のレーザー光が第一の光ディスクの記録面近傍で形成するスポット中心からの距離と光強度との関係を表すグラフである。

##### 【図 4】

実施例 2 の対物レンズを透過した第一のレーザー光が第一の光ディスクの記録

面近傍で形成するスポット中心からの距離と光強度との関係を表すグラフである

。

【符号の説明】

1 0 対物レンズ

1 1 内側領域

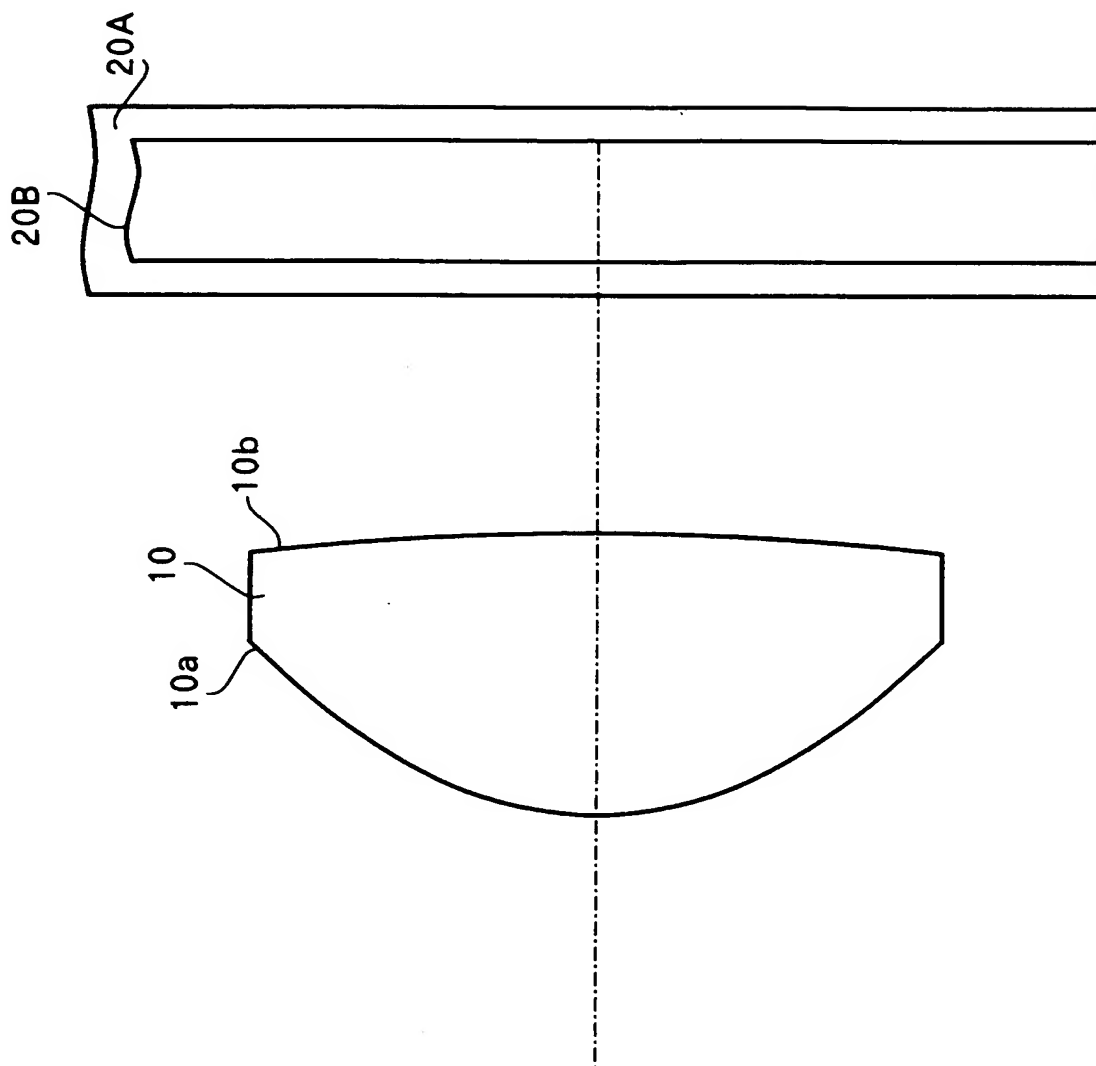
1 2 外側領域

2 0 A 第一の光ディスク

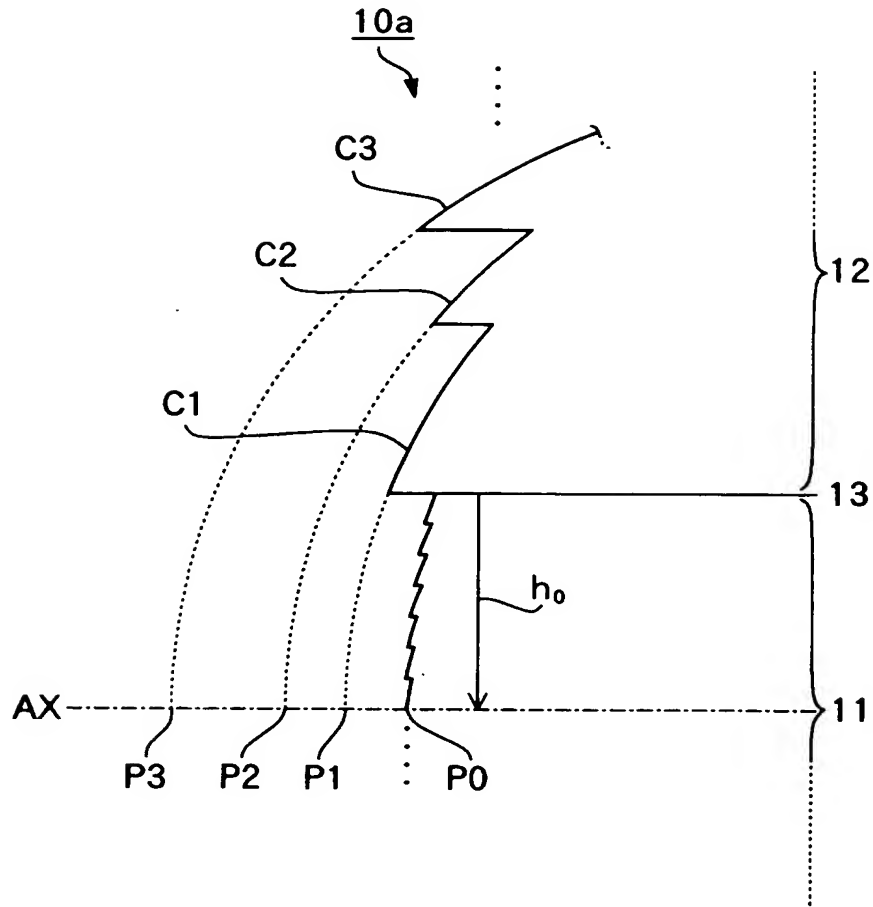
2 0 B 第二の光ディスク

【書類名】 図面

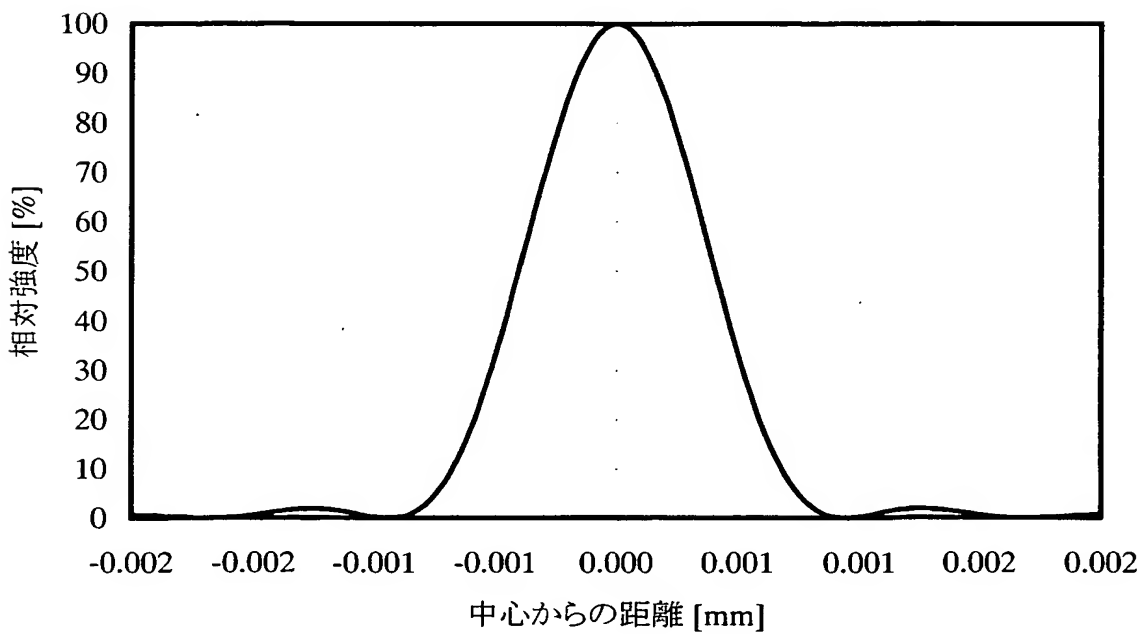
【図 1】



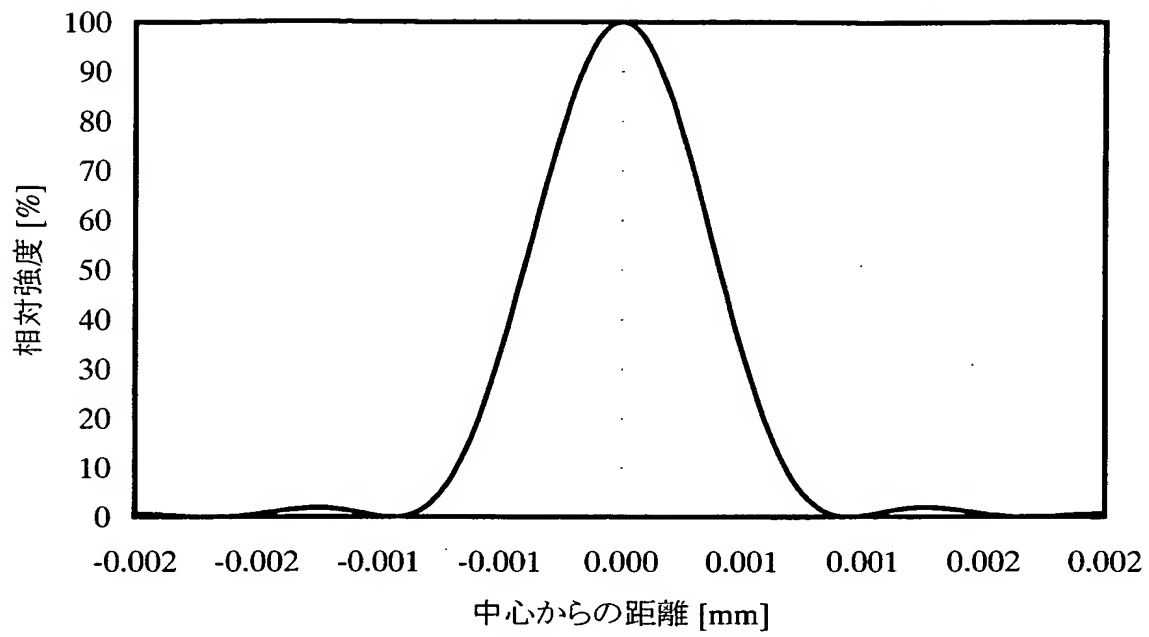
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 保護層厚の異なる複数種類の光ディスクに対応し、特に保護層の比較的厚い情報記録可能な光ディスクに対する情報の記録再生にも好適な光ディスク用対物レンズを提供すること。

【解決手段】 光ディスク用対物レンズは、複数規格の光ディスクに互換性を有する。該レンズの一面は、内側領域と外側領域とを有する。外側領域は、透過した第一の波長の光束の位相が内側領域を透過した第一の波長の光束の位相と実質的に逆相となる所定範囲内にあるような所定の輪帯を有し、第一の波長の光束のうち、内側領域の最周辺に入射した光線の対物レンズ透過後の収束角度を  $\theta$ 、第一の光ディスクに対する情報の記録再生に必要な開口数を  $NA_{ref}$  としたとき、以下の条件 (1)、

$$1.0 < \sin \theta / NA_{ref} < 1.1 \cdots (1)$$

を満たし、かつ第一の波長の光束の実効的な開口数が開口数  $NA_{ref}$  に略等しなる構成にした。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-061556
受付番号	50300374975
書類名	特許願
担当官	第八担当上席 0097
作成日	平成15年 3月10日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成15年 3月 7日
-------	-------------

次頁無

特願 2 0 0 3 - 0 6 1 5 5 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 0 5 2 7 ]

1. 変更年月日

2 0 0 2 年 1 0 月 1 日

[変更理由]

名称変更

住 所

東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号

氏 名

ペンタックス株式会社